報告

長野県南部, 富草地域の中期中新世玄武岩岩脈

A Middle Miocene basalt dike in the Tomikusa area in southern Nagano Prefecture, central Japan

酒向和希* 星 博幸**

Kazuki Sako* and Hiroyuki Hoshi**

2013年6月8日受付.

2013年9月26日受理.

* 愛知教育大学大学院教育学研究科
Graduate School of Education, Aichi University of Education,
Kariya, Aichi 448-8542, Japan

** 愛知教育大学自然科学系理科教育講座地学領域
Department of Earth Sciences, Aichi University of Education,
Kariya, Aichi 448-8542, Japan

Corresponding author: H. Hoshi,
hoshi@aeu.ac.jp

Abstract: We discovered a NNW–SSE-trending, 85-cm-wide basalt dike that was intruded into Early Miocene Tomikusa Group sediments in southern Nagano Prefecture, central Japan. K–Ar dating of plagioclase within this dike yielded an age of ca. 13.6 Ma (Middle Miocene), indicative of the timing of emplacement/cooling of the dike. Intrusion of the dike was coeval with late-stage volcanic activity that formed the Shitara igneous rocks a few tens of kilometers to the southwest of the study area.

Keywords: Basalt dike, K–Ar dating, Middle Miocene, Nagano Prefecture, Tomikusa area.

はじめに

筆者らは長野県南部の富草地域 (Fig. 1) に分布する前期中新世堆積岩類 (富草層群) の地質を調査中に玄武岩岩脈を発見した。富草層群の地質と化石については多くの報告があるが (鹿間, 1954; 田中ほか編, 1967; 宇井, 1970; Shibata, 1978; 氏原ほか, 1988; Ina, 1992; 村松・阿南町の化石保存会, 1992; 長谷川ほか, 1995; 宮澤, 1997; 藪本ほか, 1997; 山田ほか, 2001), それに貫入する火山岩の記載はない。富草層群の堆積年代は珪藻化石層序 (伊藤ほか, 1999) と古地磁気層序 (酒向・星, 2013) の検討から 17–18 Ma 頃と推定され, この岩脈の年代はそれよりも若いはずである。愛知県東部や岐阜県南東部を含む周辺の火山岩 (17–18 Ma 以降のもの) の分布から, この岩脈は, ①富草の南西に分布する設楽火山岩類 (中期中新世の噴出岩と貫入岩; 例えば, 杉原・藤巻, 2002; 星ほか, 2006a) に関連したもの, ②富草の北西に分布する上野玄武岩類 (更新世の噴出岩と貫入岩; 例えば, Kimura and Yoshida, 1999) あるいは御嶽火山 (例えば, 松本・小林, 1999) に関連したもの, のいずれかである可能性

Fig. 1. Map showing the location of the Tomikusa area, simplified from Makimoto et al. (2004) and Geological Survey of Japan (2003). 1, Pleistocene volcanic rocks; 2, Shitara central dike swarm; 3, Shitara igneous rocks; 4, Early–Middle Miocene sediments; 5, fault; 6, location of site T1 within the Tomikusa area.

Fig. 2. Sampling location of the basalt dike (site T1; $35^{\circ}20'19.4''\text{N}$, $137^{\circ}49'49.8''\text{E}$), shown on a base map from the Digital Japan Web System (Denshi Kokudo) provided by the Geospatial Information Authority of Japan (GSI).

が高い。筆者らは今回、この問題を検討するために岩脈の K-Ar 年代を測定したので、その結果を報告する。今回の調査結果は、本州中部の火山岩および富草地域の地質に関する基礎資料の一つになると考えられる。

玄武岩岩脈と試料

玄武岩岩脈の露頭位置(site T1)を Fig. 2 に示す。発見した岩脈は1枚であり、富草層群大下条層下部(氏原ほか, 1988)の粗粒～細粒砂岩と凝灰質シルト岩の互層に貫入している(Fig. 3a)。露頭において岩脈は両側の貫入面が明瞭で厚さは85 cm、貫入面の走向と傾斜は $\text{N}27^{\circ}\text{W}$, 86°E である。板状節理が貫入面に平行に発達し、岩脈内部には貫入面に直交する節理が見られる。岩脈の中心部には球形に近い(ほとんど伸長していない)気孔が発達し、その内部を二次的に生じた方解石が充填していることがある。岩石試料は岩脈中心部から採取した。鏡下において、岩石は変質した普通輝石カンラン石玄武岩であり(Fig. 3b)、インターサタル組織を示す。斑晶として斜長石、カンラン石、普通輝石、鉄鋳が認められる。斜長石は長径1 mm以下の長柱状で、一部は変質し炭酸塩鉱物などで置換されているが、大部分は新鮮である。カンラン石はすべて変質しているが、普通輝石の一部は新鮮である。石基のガラスはすべて変質している。

方 法

肉眼観察により変質が比較的軽微とみられる岩石を年代測定に供したが、それでも苦鉄質鉱物の大部分とガラスは変質しているため、本研究では斜長石を分離し、その K-Ar 年代を測定した。鉱物分離および測定は(株)森山地質年代学研究所で実施した。

鉱物分離では、岩石試料を粉碎後、 $75\sim 100\ \mu\text{m}$ に整粒した。その試料を脱イオン水で繰り返し超音波洗浄し、乾燥

Fig. 3. (a) Outcrop photograph of the basalt dike at site T1. (b) Photomicrograph (cross polarized light) showing the petrology of the basalt dated during this study. aug, augite; pl, plagioclase.

後、ハンド磁石で強磁性鉱物を除去してからアイソダイナミック・セパレーターを用いて斜長石を濃集した。その斜長石試料を粒子表面の汚れや方解石を除去するために約 70°C で塩酸処理(6規定, 30分間)し、温脱イオン水で入念に洗浄した。さらに温脱イオン水を用いて3日間脱塩処理し、乾燥させ、年代測定用試料とした。なお、K-Ar 年代測定における塩酸処理の影響は無視できるほど小さいことが確認されている(八木・板谷, 2011)。斜長石の一部は炭酸塩鉱物に置換したり粘土鉱物に変質したりしていたため、測定した斜長石試料は元々の粒径よりも細かくしたうえで塩酸処理を施した。斜長石試料は、塩酸処理を施す前には薄く黄色がかったが、処理後にはより白っぽくなる色調変化が観察された。これは塩酸処理によって炭酸塩鉱物や粘土鉱物が効果的に除去されたことを示唆する。

カリウムの定量は、共存成分の干渉抑制に 2000 ppm のセシウムを用いた蛍光分光法により行なった。分析に使用した装置と手順は長尾ほか(1984)と同じである。試料の不均質さや定量の再現性を確認するために2回測定し、それらの平均値を年代計算に使用した。カリウム定量分析に伴う誤差は2%とした。

アルゴン測定は、 ^{38}Ar をスパイクとして同位体希釈法に

Table 1. Results of K–Ar dating.

Sample	Mineral	K content (wt.%)	Rad. ^{40}Ar (10^{-8}cc STP/g)	Non-rad. ^{40}Ar (%)	Age $\pm 1\sigma$ (Ma)
T1	Plagioclase (75–100 μm)	0.292 ± 0.006	15.43 ± 0.21	23.2	13.57 ± 0.33

より行った。測定および年代計算の方法は Itaya et al. (1991) に従った。測定にあたっては同一条件で標準試料 (JG-1 黒雲母: 91 Ma) を測定し、その年代誤差が 1% 以内であることを確認した。

結果と解釈

K–Ar 年代測定結果を Table 1 に示す。年代値は 13.6 ± 0.3 Ma となった。カリウムの 2 回測定結果は 0.291 wt.% および 0.293 wt.% であり、再現性に問題は認められなかった。非放射性起源 ^{40}Ar も 23.2% と低い。鏡下で認められた斜長石の大部分は上記のように長径 1 mm 以下の長柱状斑晶であったため (Fig. 3b), 測定した斜長石試料 (75–100 μm) は主に石基斜長石や長柱状斑晶の細粒フラクションと推定される。測定対象が斑晶の場合、一般に過剰アルゴンの影響が懸念されるが、今回の場合は斑晶が含まれるとしても比較的細粒であるため、過剰アルゴンの影響はないか、あったとしても軽微である可能性が高いと筆者らは推察している。よって今回の K–Ar 年代は玄武岩岩脈の貫入・冷却年代を示すものと筆者らは考える。

得られた K–Ar 年代は岩脈の貫入・冷却が 13–14 Ma 頃であったことを示唆する。本論のはじめに述べたように、岩脈の活動年代の可能性として 2 つの可能性 (中期中新世と更新世以降) を想定したが、今回の結果から、岩脈の活動は設楽火山岩類と同じく中期中新世であったと筆者らは考える。設楽火山岩類の活動年代は、放射年代データ (Tsunakawa et al., 1983; 内海ほか, 1990; 稲武町教育委員会編, 1996; 杉原・藤巻, 2002; 星ほか, 2006a, b) から約 15–13 Ma と考えられる。設楽火山岩類の活動末期の産物と考えられる貫入岩類 (設楽中央岩脈群, 設楽岩床群, 大峠コーンシート; Takada, 1988) から、杉原・藤巻 (2002) は 13 Ma 前後の K–Ar 年代を報告している。K–Ar 年代の類似から、富草の玄武岩岩脈は設楽火山岩類の中でもこれらの貫入岩類と同時期のものである可能性が高い。また、設楽火山岩類と同様の年代で、中央構造線からそれほど離れていない内帯側に産する (Fig. 1) という共通性もあるため、本岩脈は瀬戸内火山岩類 (例えば, Tatsumi et al., 2001) に含められる可能性があるが、その検証には地球化学的研究が必要である。

筆者らは富草層群分布域で地質調査を継続中だが、火山岩岩脈は今回報告した 1 枚しか確認していない。しかし、岩脈露頭 (site T1) の約 4 km 南方を流れる和知野川でもわずかながら玄武岩の転石を確認しており、他にも本層群あるいは基盤 (領家花崗岩類・変成岩類) に貫入する玄武岩岩脈が存在する可能性がある。また、年代未詳の火山岩岩脈が光明断

層 (Fig. 1) 東側の四万十帯に複数貫入しており (牧本ほか, 2004; 村松 武, 2007 私信), これらも設楽火山岩類や今回報告した富草の岩脈と何らかの関連があるかもしれない。今後さらに火山岩の探索と年代測定, 地球化学的研究などを進め、本州中部の火成活動について理解を深める必要がある。

謝 辞

村松 武氏 (飯田市美術館) には四万十帯に貫入する岩脈の未公表資料を、山田 桂氏 (信州大学) には富草層群の地質に関する未公表資料をそれぞれ提供していただいた。八木公史氏 ((株) 蒜山地質年代学研究所) には K–Ar 年代測定結果について議論していただき、初稿の記述に対しても貴重なコメントをいただいた。三宅 明氏 (愛知教育大学) には岩脈の岩石についてコメントをいただいた。査読者の杉原孝充氏 (海洋研究開発機構) と山崎誠子氏 (産業技術総合研究所), および編集担当の大平寛人氏 (島根大学) からは、原稿の改善に役立つ建設的なコメントをいただいた。以上の方々に深く感謝いたします。本研究には科研費 (基盤 (C), no. 23540532) を使用した。

文 献

- 産業技術総合研究所地質調査総合センター (Geol. Surv. Japan, AIST), 2003, 100 万分の 1 日本地質図第 3 版 CD-ROM 第 2 版 (*Geological Map of Japan 1: 1,000,000 3rd Ed., 2nd CD-ROM Ver.*). 産業技術総合研究所地質調査総合センター (Geol. Surv. Japan, AIST).
- 長谷川善和・村松 武・宮沢 謙 (Hasegawa, Y., Muramatsu, T. and Miyazawa, Y.), 1995, 富草層群産デスモステルスの歯について。横浜国大理科紀要, 第二類, 生物学・地学 (*Sci. Rep. Yokohama National Univ., Sec. II, Biol. Geol. Sci.*), **41**, 1–11.
- 星 博幸・檀原 徹・岩野英樹 (Hoshi, H., Danhara, T. and Iwano, H.), 2006a, 西南日本の中新世テクトニクスに対する新たな年代制約: 愛知県設楽地域におけるフィッション・トラック年代測定。地質雑誌 (*Jour. Geol. Soc. Japan*), **112**, 153–165.
- 星 博幸・岩野英樹・檀原 徹 (Hoshi, H., Iwano, H. and Danhara, T.), 2006b, 設楽地域, 津具火山岩類のフィッション・トラック年代測定。愛教大研報 (自然科学) (*Bull. Aichi Univ. Edu., Nat. Sci.*), **55**, 67–70.
- Ina, H., 1992, Miocene vegetational and climatic history of the eastern part of the Setouchi Geologic Province, Japan. *Jour. Earth Planet. Sci., Nagoya Univ.*, **39**, 47–82.
- 稲武町教育委員会編 (Educational Committee of Inabu Town, ed.), 1996, 稲武町史—自然— (*Natural History of Inabu Town*)*. 稲武町教育委員会 (Educational Committee of Inabu Town), 528p.
- Itaya, T., Nagao, K., Inoue, K., Honjou, Y., Okada, T. and Ogata, A., 1991, Argon isotope analysis by a newly developed mass spectrometric system for K–Ar dating. *Mineral. Jour.*, **15**, 203–221.
- 伊藤知佳・入月俊明・岩井雅夫 (Ito, C., Irizuki, T. and Iwai, M.),

- 1999, 第一瀬戸内区中新統(師崎, 岩村, 富草層群)の珪藻示準化石と地質年代. 地質雑(*Jour. Geol. Soc. Japan*), **105**, 152–155.
- Kimura, J. -I. and Yoshida, T., 1999, Mantle diapir-induced arc volcanism: The Ueno Basalts, Nomugi-Toge and Hida volcanic suites, central Japan. *Island Arc*, **8**, 304–322.
- 牧本 博・山田直利・水野清秀・高田 亮・駒澤正夫・須藤定久(Makimoto, H., Yamada, N., Mizuno, K., Takada, A., Komazawa, M. and Sudo, S.), 2004, 20 万分の 1 地質図幅「豊橋及び伊良湖岬」(*Geological Map of Japan 1: 200,000, Toyohashi and Irigo-Misaki*), 産総研地質調査総合センター(Geol. Surv. Japan, AIST).
- 松本哲一・小林武彦(Matsumoto, A. and Kobayashi, T.), 1999, 御嶽火山, 古期御嶽火山噴出物の K–Ar 年代に基づく火山活動史の再検討. 火山(*Bull. Volcanol. Soc. Japan*), **44**, 1–12.
- 宮澤 謙(Miyazawa, Y.), 1997, 富草層群, 恩沢層の介形虫(Ostracoda)化石—富草層群の化石誌の一資料として—. 飯田市美術博紀要(*Bull. Iida City Mus.*), no. 7, 123–136.
- 村松 武・阿南町化石保存会(Muramatsu, T. and Fossil Preservation Group in Anan Town), 1992, 長野県南部, 富草層群の恩沢相. 飯田市美術博紀要(*Bull. Iida City Mus.*), no. 3, 155–170.
- 長尾敬介・西戸裕嗣・板谷徹丸・緒方惟一(Nagao, K., Nishido, H., Itaya, T. and Ogata, K.), 1984, K–Ar 法による年代測定. 岡山理大蒜山研究所研報(*Bull. Hiruzen Res. Inst., Okayama Univ. Sci.*), no. 9, 19–38.
- 酒向和希・星 博幸(Sako, K. and Hoshi, H.), 2013, 長野県南部に分布する中新統富草層群の磁気層序. 日本地質学会第 120 年学術大会講演要旨(120th Ann. Meet. Geol. Soc. Japan, Abstr.), R5-P-11.
- Shibata, H., 1978, Molluscan paleoecology of the Miocene First Setouchi Series in the eastern part of the Setouchi Geologic Province, Japan. *Bull. Mizunami Fossil Mus.*, no. 5, 23–110.
- 鹿間時夫(Shikama, T.), 1954, 長野県南部の第三紀層富草層群について. 横浜国大理科紀要, 第二類, 生物学・地学(*Sci. Rep. Yokohama National Univ., Sec. II, Biol. Geol. Sci.*), **3**, 71–108.
- 杉原孝充・藤巻宏和(Sugihara, T. and Fujimaki, H.), 2002, 愛知県設楽地域に分布する瀬戸内火山岩類の K–Ar 年代. 岩鉱(*Japan. Mag. Mineral. Petrol. Sci.*), **31**, 15–24.
- Takada, A., 1988, Subvolcanic structure of the central dike swarm associated with the ring complexes in the Shitara district, central Japan. *Bull. Volcanol.*, **50**, 106–118.
- 田中邦雄・清水清人・宮沢 謙・神村 透・平栗 武・中島克広編(Tanaka, K., Shimizu, K., Miyazawa, Y., Kamimura, T., Hirakuri, T. and Nakajima, K., ed.), 1967, 阿南町の化石(*Fossils from Anan Town*)*. 長野県下伊那郡阿南町教育委員会(Educational Committee of Anan Town), 237p.
- Tatsumi, Y., Ishikawa, N., Anno, K., Ishizaka, K. and Itaya, T., 2001, Tectonic setting of high-Mg andesite magmatism in the SW Japan arc: K–Ar chronology of the Setouchi volcanic belt. *Geophys. Jour. Int.*, **144**, 625–631.
- Tsunakawa, H., Kobayashi, Y. and Takada, A., 1983, K–Ar ages of dikes in Southwest Japan. *Geochem. Jour.*, **17**, 265–268.
- 内海 茂・宇都浩三・柴田 賢(Uchiumi, S., Uto, K. and Shibata, K.), 1990, K–Ar 年代測定結果—3—地質調査所未公表資料. 地調月報(*Bull. Geol. Surv. Japan*), **41**, 567–575.
- 宇井啓高(Ui, H.), 1970, 長野県下伊那郡阿南町に分布する中新世, 富草積成盆地の構造. 地質雑(*Jour. Geol. Soc. Japan*), **76**, 131–142.
- 氏原 温・柴田浩治・伊奈治行・若松向則・細山光也・津嶋孝子・細野隆男・斉藤 毅(Ujihara, A., Shibata, K., Ina, H., Wakamatsu, H., Hosoyama, M., Tsushima, T., Hosono, T. and Saito, T.), 1988, 長野県南部の富草層群の層序と中新世古地理. 瑞浪市化石博研報(*Bull. Mizunami Fossil Mus.*), no. 14, 13–30.
- 藪本美孝・長谷川善和・岡崎美彦・小泉明裕・村松 武(Yabumoto, Y., Hasegawa, Y., Okazaki, Y., Koizumi, A. and Muramatsu, T.), 1997, 長野県南部の中新世富草層群から産出したチョウザメ類化石. 飯田市美術博紀要(*Bull. Iida City Mus.*), no. 7, 117–122.
- 八木公史・板谷徹丸(Yagi, K. and Itaya, T.), 2011, 塩酸処理による主要鉱物の K–Ar 年代への影響. 地質技術(*Engineer. Geol. Japan*), no. 1, 37–43.
- 山田 桂・入月俊明・中嶋祥江(Yamada, K., Irizuki, T. and Nakajima, S.), 2001, 下部中新統富草層群新木田層(長野県)の貝形虫化石群集と堆積相の時空分布. 地質雑(*Jour. Geol. Soc. Japan*), **107**, 1–13.

* English translation from the original written in Japanese.

科学論文では, 学説の検証可能性を保証することが重要です. そのため, 地質学雑誌掲載論文には, 重要な証拠となった試料がどこで得られたかを示しているものがあります. 言うまでもないことですが, 見学や採取を行う場合, 各自の責任において地権者や関係官庁への連絡と許可の取得の必要があることにご注意下さい. 詳しくは, 次のページをご覧ください.

<http://www.geosociety.jp/publication/content0073.html>

一般社団法人日本地質学会